

氏 名	八 谷 カナン
学 位 の 種 類	博士(医学)
学 位 記 番 号	甲 第 1122 号
学位授与の日付	平成29年 3 月12日
学 位 論 文 題 名	Comparison of energy efficiency between Wearable Power-Assist Locomotor (WPAL) and two types of knee-ankle-foot orthoses with a medial single hip joint (MSH-KAFO) 「歩行補助ロボットWPALと内側股継手付長下肢装具とのエネルギー消費比較」 The Journal of Spinal Cord Medicine. 2016 Oct 17 [Epub ahead of print]
指 導 教 授	才 藤 栄 一
論文審査委員	主査 教授 園 田 茂 副査 教授 宮 地 栄 一 教授 廣 瀬 雄 一

論文内容の要旨

【緒言】

これまで、脊髄損傷者の歩行再建手段として、様々な装具が利用されてきた。この中で、Primewalk, Hip and Ankle Linked Orthosis (HALO) に代表される内側股継手付長下肢装具は、立位安定性に優れ、外側に大きな構造を有しないため、車椅子との併用性を有し、我が国で主流のものとなっている。Wearable Power-Assist Locomotor (WPAL) は、内側股継手付長下肢装具に動力と制御を付加し、脊髄損傷者が容易に起立・着座し、実用レベルの平地歩行を達成するために開発された、装着型歩行補助ロボットである。

【目的】

WPALと内側股継手付長下肢装具における歩行時のエネルギー消費の比較を行った。

【方法】

対象は、2013年9月～2016年1月の間で、中部労災病院において内側股継手付長下肢装具 (PrimewalkまたはHALO) を用いた歩行器歩行が自立レベルとなった脊髄損傷者6名 (損傷高位C8-T11, ASIA impairment scale AまたはB) とした。対象にWPALを用いた歩行練習を実施し、全症例でWPAL歩行も自立レベルとなった。内側股継手付長下肢装具とWPALを用いた歩行に十分に習熟した時点で計測を行った。WPALと内側股継手付長下肢装具をそれぞれ概ね同じ速度になるように6分間歩行し、30秒毎の歩行距離、心拍数、修正Borg指数を計測し、歩行速度と生理的コスト指数を算出した。WPALと内側股継手付長下肢装

具における、30秒毎の心拍数、生理的コスト指数、修正Borg指数の6人の平均値を、WPAL、内側股継手付長下肢装具それぞれについて算出し、WPALと内側股継手付長下肢装具との平均値の差と時間との相関をSpeamanの相関係数を用いて算出した。

また、内側股継手付長下肢装具歩行及びWPAL歩行における連続歩行距離と歩行時間の差異は、Friedman検定で比較した。

【結果】

6分間歩行においては、心拍数、PCI、修正Borg指数の3つの指標全てにおいて、内側股継手付長下肢装具とWPALの平均値の差は、歩行時間が増えるに従って、有意に増大する傾向が全ての指標で認められた (心拍数, HR, 修正Borg指数に対するSpearman相関係数は、それぞれ0.90, 0.93, 0.97であり、すべてP<0.0001)。また、装具とWPALにおける連続歩行距離、歩行時間は、WPALの方が有意に固定されているため長かった (Friedman検定：連続歩行距離 P=0.025, 連続歩行時間 P=0.014)。

【考察】

内側股継手付長下肢装具は、歩行時に膝を伸展位に保つ必要があるため、振り出す下肢のクリアランスを確保するために上肢を利用して体幹を立脚側へ大きく側屈させ、重心を移動させる必要がある。このため上肢負荷が大きくなり、歩行早期に筋疲労や息切れをきたす。それに対し、WPALは、歩行時に遊脚側の下肢の膝が屈曲することにより、機能的な脚長が立脚側よりも短くなり、少しの重心移動で遊脚期のクリアランスを確保することが可能である。このことが、WPALが内側股継手付長下肢装具に比べ、エネルギー効率が良く、自覚的な疲労も少なく、より長く歩行が継続できることの理由として考えられた。

【結論】

WPALは、内側股継手付長下肢装具に比し、エネルギー効率の良い、より長い歩行が可能であることが確認できた。WPALを使用して、脊髄損傷者が容易に起立・着座し、実用レベルの平地歩行が達成することが可能と考えられた。

論文審査結果の要旨

Wearable Power-Assist Locomotor (WPAL) は、脊髄損傷者に対する内側系の装着型歩行補助ロボットとして開発された。本研究は、WPALと内側系装具の歩行時エネルギー消費を比較し、動力化の利点を明確にすることを目指している。

内側系装具による歩行器歩行が自立した脊髄損傷者6名 (C8-T11, ASIA：AまたはB) を対象にWPAL歩行練習が実施され、全例自立した。6分間歩行の心拍数、PCI、修正Borg指数はWPALで低く、その差は歩行時間に従って有意に増大したことが説明された。また、両歩行の連続距離、連続時間は、WPALで有意に長かった。

内側系装具歩行は、膝伸展位での遊脚時に上肢で体幹を持ち上げるため上肢負荷が大きく、早期に筋疲労や息切れをきたす。WPALでは、動力による膝屈曲が遊脚の離地を容易にするためエネルギー効率が良く、快適な歩行を実現できると考察された。

WPALが、内側系装具に比してエネルギー効率等の面から実用性の高い歩行を再建することを示した本研究は、今後のリハビリテーションロボット開発の方向づけに有用であり、学位論文に値すると評価された。